

Automotive crankshaft mass balance vibration damper for transverse engine installation remains effective at high engine temperature

Patent number: DE19949206
Publication date: 2000-04-20
Inventor: SCHMITT RUBEN [DE]; LEHMANN STEFFEN [DE];
HAAS WOLFGANG [DE]
Applicant: LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE]
Classification:
- **International:** F16F15/121
- **European:** F16F15/14B1F; F16F15/28C
Application number: DE19991049206 19991013
Priority number(s): DE19991049206 19991013; DE19981047717 19981016;
DE19991027704 19990617

Abstract of DE19949206

A piston engine (1) has a crankshaft (3) within a crankcase. The crankshaft has an oscillation vibration damper (10) with an input section and a mass balance. The input section and the mass balance are linked by a steel coil spring which allows for relative rotation between the input section and the mass balance. Relative movement is limited by a friction damper.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 49 206 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
F 16 F 15/121

②1 Aktenzeichen: 199 49 206.9
②2 Anmeldetag: 13. 10. 1999
④3 Offenlegungstag: 20. 4. 2000

DE 199 49 206 A 1

⑥6 Innere Priorität:

198 47 717. 1 16. 10. 1998
199 27 704. 4 17. 06. 1999

⑦1 Anmelder:

LuK Lamellen und Kupplungsbau GmbH, 77815
Bühl, DE

⑦2 Erfinder:

Schmitt, Ruben, Dr., 69126 Heidelberg, DE;
Lehmann, Steffen, 76275 Ettlingen, DE; Haas,
Wolfgang, 77815 Bühl, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Kolbenmotor mit Drehschwingungstilger sowie Drehschwingungstilger für einen Kolbenmotor
⑤7 Die Erfindung betrifft einen Kolbenmotor sowie einen
Drehschwingungstilger für einen solchen Kolbenmotor.

DE 199 49 206 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kolbenmotor mit Drehschwingungstilger sowie einen Drehschwingungstilger zur Verwendung mit bzw. in einem Kolbenmotor.

Derartige Drehschwingungstilger sind beispielsweise durch die DE-OS 195 19 261 vorgeschlagen worden. Diese Drehschwingungstilger bzw. Drehschwingungsdämpfer besitzen ein ringförmiges Gehäuse, das mit einer Maschinenwelle verbunden ist und in dem ein Schwungring verdrehbar entgegen einer Viskositätsdämpfung gelagert ist. Der Drehschwingungstilger ist dabei auf die Stirnfläche eines Endbereiches der Kurbelwelle aufgeschraubt und hat einen verhältnismäßig großen Platzbedarf, der jedoch im modernen Automobilbau, insbesondere bei in Fahrtrichtung betrachtet quer eingebauten Motoren in den meisten Fällen nicht vorhanden ist.

Durch die DE-OS 40 25 848 ist ebenfalls ein Drehschwingungstilger für Kolbenmotoren bekannt geworden mit Schwungringen, die mit der auf der Kurbelwelle des Motors montierten Nabe des Drehschwingungstilgers über Gummifedereinrichtungen drehelastisch verbunden sind. Die Nabe trägt dabei gleichzeitig ein Riemenprofil, über das z. B. Nebenaggregate und/oder die Nockenwelle des Motors antreibbar ist.

Drehschwingungstilger werden eingesetzt, um unter anderem Torsionseigenfrequenzen von Kurbelwellen zu unterdrücken. In vielen Fällen ist eine solche Eigenfrequenz im Bereich von ca. 300–450 Hz vorhanden. Diese wird insbesondere durch die Ungleichförmigkeit infolge der in den Kolben stattfindenden Kompression und Expansion angeregt. Ein Schwingen in der Torsionsresonanz kann zum Bruch der Kurbelwelle führen, weshalb Drehschwingungsdämpfer bzw. Drehschwingungstilger eingesetzt werden.

Um die gewünschte Schwingungstilgung zu erreichen, muß die Tilgerfrequenz ausreichend genau eingestellt sein. Wie der vorerwähnte Stand der Technik zeigt, bestehen die bekannten Bauformen von Schwingungstilgern aus wenigstens einem Massenring, der über eine Gummispur (Federelement als Energiespeicher) oder über eine über ein viskoses Medium hergestellte Verbindung mit einer Nabe bzw. einem Eingangsteil schwingfähig verbunden ist. Ein prinzipieller Nachteil dieser verwendeten Ausführungen besteht in der Temperaturabhängigkeit des verwendeten viskosen Dämpfermediums bzw. der Federrate des Gummimaterials, da eine wesentliche Abhängigkeit der gerade vorhandenen Tilgerfrequenz von der gerade vorhandenen Temperatur vorhanden ist. Zu berücksichtigen ist dabei, daß diese Tilger sich sehr nahe an der bei Betrieb sehr heißen Brennkraftmaschine befinden. Um diesen Nachteil teilweise zu kompensieren, werden größere Tilgermassen eingesetzt, so daß der Frequenzbereich, in dem nun der Tilger wirkt, vergrößert wird. Eine vergrößerte Zusatzmasse bzw. Tilgermasse führt jedoch zu erhöhtem Kraftstoffverbrauch und zur Verringerung der Drehfreudigkeit des Motors.

Der folgenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, einen Kolbenmotor bzw. einen Tilger für einen solchen Kolbenmotor zu konzipieren, der eine hohe thermische Belastung zuläßt, wobei eine für den Einsatzfall optimale Tilgerwirkung erhalten bleiben soll. Insbesondere soll durch die konstruktive Ausgestaltung des Drehschwingungstilgers die thermische Auswirkung auf den Frequenzbereich, in dem der Tilger wirkt, verringert werden. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Drehschwingungstilgers soll weiterhin der für diesen erforderlichen Bauraum reduziert werden, so daß dieser auch in platzsparender Weise an einem Bauteil eines Kolbenmotors montiert werden kann. Weiterhin soll durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung und An-

ordnung von Drehschwingungstilgern eine einfache und kostengünstige Herstellung derselben ermöglicht werden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann unter anderem dadurch gelöst werden, daß der Drehschwingungstilger innerhalb des Motorgehäuses angeordnet und von der Kurbelwelle getragen wird. Durch die erfindungsgemäße Anordnung des Drehschwingungstilgers können dessen relativ zueinander bewegbaren Bauteile automatisch durch das üblicherweise im Motorgehäuse vorhandene Öl geschmiert werden, wodurch der Verschleiß an den entsprechenden Bauteilen erheblich verringert werden kann.

Besonders zweckmäßig kann es sein, wenn zwischen dem Eingangsteil und wenigstens einer Trägheits- bzw. Tilgermasse des Schwingungstilgers Energiespeicher, wie insbesondere Schraubenfedern, vorgesehen sind, wodurch die Tilgermasse gegenüber dem Eingangsteil federnd bzw. drehelastisch aufgehängt ist. Die Verwendung von Stahlfedern, wie insbesondere Schraubenfedern, hat den Vorteil, daß derartige Federn eine verhältnismäßig geringe Temperaturempfindlichkeit bezüglich deren Federeigenschaften aufweisen, wodurch gewährleistet werden kann, daß die Tilgerfrequenz bzw. der Frequenzbereich genau eingestellt werden kann und während des Betriebes auch praktisch unverändert erhalten bleibt. Es sind also keine erhöhten Tilgermassen erforderlich, so daß der Drehschwingungstilger verhältnismäßig klein ausgebildet werden kann. Der erfindungsgemäße Schwingungstilger kann also auch bei den im Motorgehäuse zu erwartenden Temperaturen von bis zu 130°C und auch darüber einwandfrei arbeiten. Vorteilhafter kann für die Schraubenfedern ein Wickelverhältnis $dm/d \leq 3$ sein und die Oberfläche der Federn zu vergüten.

Für die Funktion des erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgers kann es weiterhin von Vorteil sein, wenn zumindest zwischen dem Eingangsteil und der wenigstens einen Tilgermasse des Schwingungstilgers eine Reibungsdämpfungs Vorrichtung vorhanden ist, die vorzugsweise parallel zu den Energiespeichern wirksam ist, wodurch eine Dämpfung der Energiespeicher erfolgt.

Für manche Anwendungsfälle kann es vorteilhaft sein, wenn wenigstens eine Kurbelwellenwange einen Drehschwingungstilger trägt. Der Drehschwingungstilger kann dabei derart ausgestaltet sein, daß die entsprechende Kurbelwellenwange das Eingangsteil für den Drehschwingungstilger bildet. Es kann also die Tilgermasse an eine Kurbelwellenwange drehelastisch aufgehängt bzw. montiert werden.

Für viele Anwendungsfälle ist es jedoch vorteilhaft, wenn der Drehschwingungstilger seitlich einer Kurbelwellenwange vorgesehen wird. Bei einer derartigen Anordnung kann der Drehschwingungstilger in vorteilhafter Weise ringartig ausgebildet werden und konzentrisch zu einem Lager- bzw. Kurbelwellenzapfen angeordnet sein. Der entsprechende Drehschwingungstilger kann weiterhin axial zwischen einer Kurbelwellenwange und einer zur Lagerung der Kurbelwelle dienenden Wandung des Motors vorgesehen werden. Für viele Anwendungsfälle kann es vorteilhaft sein, wenn der Drehschwingungstilger auf einem Endzapfen der Kurbelwelle aufgenommen ist. In vorteilhafter Weise kann dieser Endzapfen derjenige sein, welcher demjenigen Ende der Kurbelwelle, welches über eine Kupplung mit einem Getriebe koppelbar ist – in axialer Richtung betrachtet – entfernt ist. Für manche Anwendungsfälle kann es jedoch auch zweckmäßig sein, wenn der Drehschwingungstilger derart ausgestaltet ist, daß er an dem Endbereich der Kurbelwelle angeordnet bzw. montiert werden kann, welcher mit dem Getriebe über eine Kupplung verbindbar ist.

Bei zusammengesetzten Kurbelwellen kann der Drehschwingungstilger in vorteilhafter Weise auch auf oder um einen anderen Kurbelwellenzapfen angeordnet werden.

Auch kann es zweckmäßig sein, wenn mehrere Kurbelwellenzapfen jeweils einen Drehschwingungstilger aufnehmen.

Vorteilhaft kann es sein, wenn das Eingangsteil des Drehschwingungstilgers starr mit der Kurbelwelle verbunden ist. Hierfür kann das Eingangsteil entweder mit einer Kurbelwellenwange oder einem Kurbelwellenzapfen drehstarr verbunden sein. Für manche Anwendungsfälle kann es jedoch auch zweckmäßig sein, wenn das Eingangsteil des Drehschwingungstilgers über eine Drehmomentbegrenzungsvorrichtung, wie insbesondere eine Rutschkupplung mit der Kurbelwelle antriebsmäßig verbunden ist.

Für den Aufbau, die Anordnung und die Funktion eines erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgers kann es vorteilhaft sein, wenn dieser zumindest ein ringförmiges Eingangsteil und wenigstens eine seitlich davon angeordnete Trägheitsmasse besitzt, die über Federn, vorzugsweise Schraubenfedern, mit dem Eingangsteil drehelastisch verbunden ist. Dabei kann es zweckmäßig sein, wenn wenigstens eine parallel zu den Federn geschaltete Reibungsdämpfung vorhanden ist. Diese Reibungsdämpfung kann unmittelbar durch Verspannung mittels eines Energiespeichers des Eingangsteiles und der Trägheitsmasse erzeugt werden.

Der in den Kolbenmotor einzubauende Drehschwingungstilger bzw. der an die Kurbelwelle eines Kolbenmotors zu montierende Drehschwingungstilger kann in vorteilhafter Weise zwei axial beabstandete, drehfest miteinander verbundene, ringförmige Scheibenkörper aufweisen, welche axial zwischen sich zumindest Bereiche eines ringförmigen Eingangsteils des Drehschwingungstilgers aufnehmen. In den Scheibenkörpern und im Eingangsteil können Ausnehmungen bzw. Ausschnitte vorgesehen sein zur Aufnahme von zwischen diesen Bauteilen wirksamen Energiespeichern, wie insbesondere Schraubenfedern. In vorteilhafter Weise kann zwischen wenigstens einem Scheibenkörper und dem Eingangsteil ein Energiespeicher verspannt sein, der Bestandteil einer Reibeinrichtung ist. Für den Aufbau und die Funktion des Drehschwingungstilgers bzw. des mit einem solchen ausgerüsteten Kolbenmotors kann es besonders vorteilhaft sein, wenn das Eingangsteil des Drehschwingungstilgers radial innerhalb der Federn einen axialen, hülsenförmigen Ansatz aufweist, welcher einen Kurbelwellenzapfen umgibt und zumindest zur radialen Lagerung der Kurbelwelle im Motorgehäuse dient. Der hülsenförmige Ansatz kann dabei – in axialer Richtung der Kurbelwelle betrachtet – offen sein. Zweckmäßig kann es jedoch auch sein, wenn der hülsenförmige Ansatz Abschnitt einer topfförmigen Anformung des Eingangsteiles bildet, wobei diese topfförmige Anformung den entsprechenden Endzapfen der Kurbelwelle umschließen kann. Der Boden der topfförmigen Anformung kann dabei an der Frontseite des Kurbelwellenzapfens anliegen. Weiterhin kann der Boden der topfförmigen Anformung wenigstens eine Ausnehmung besitzen, durch welche ein Befestigungsmittel, wie insbesondere eine Schraube zur Fixierung des Drehschwingungstilgers auf der Kurbelwelle hindurchgeführt werden kann.

In vorteilhafter Weise ist zumindest das Eingangsteil des Drehschwingungsdämpfers als Blechformteil ausgebildet. Zur Bildung der Tilger- bzw. Trägheitsmassen kann ebenfalls in vorteilhafter Weise Blechmaterial verwendet werden. Derartige Teile können in besonders einfacher Weise durch Stanzen und ggf. Anprägen hergestellt werden. Bei manchen Anwendungsfällen kann es vorteilhaft sein, das Eingangsteil und/oder die Trägheitsmassen aus einem Schmiederohling zu fertigen, der anschließend fertig bearbeitet wird oder eine Schweißkonstruktion zu verwenden.

Der zwischen dem Eingangsteil und der wenigstens einen der Trägheitsmasse des Drehschwingungstilgers vorgese-

hene Dämpfer kann in vorteilhafter Weise eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Energiespeichern aufweisen. Die die Energiespeicher beaufschlagenden Bauteile können dabei derart ausgebildet sein, daß zumindest einzelne Energiespeicher stufenweise und parallel zueinander zur Wirkung kommen, so daß mit zunehmendem Verdrehwinkel zwischen den entsprechenden Bauteilen die Verdrehsteifigkeit zunimmt. Dabei kann es von Vorteil sein, die beaufschlagenden Bauteile in Umfangsrichtung an das Profil der Energiespeicher so anzupassen, daß die Kraftübertragung homogen ist, beispielsweise können die Beaufschlagungseinrichtungen bei Verwendung von Schraubenfedern Anformungen aufweisen, die eine homogene Aufnahme insbesondere der Endwindungen, die besonders bruchgefährdet sein können, zulassen. Ebenfalls können zu diesem Zweck besonders ausgestaltete Aufnahmenäpfe vorgesehen sein. Weiterhin kann der Dämpfer eine über den gesamten möglichen Verdrehwinkel zwischen Eingangsteil und Tilgermasse wirksame Reibeinrichtung aufweisen. Weiterhin kann zwischen dem Eingangsteil und der Tilgermasse eine verschleppte Reibeinrichtung, die bei Drehsinnumkehr der Tilgermasse über einen bestimmten Verdrehwinkel ausgeschaltet wird, vorgesehen werden. Es kann auch vorteilhaft sein, den Drehschwingungstilger mit einer sogenannten Lastreibereinrichtung auszurüsten, welche ausgehend von einer Ausgangsposition bzw. neutralen Position des Drehschwingungstilgers erst nach einem bestimmten Relativverdrehwinkel der Tilgermasse gegenüber dem Eingangsteil einsetzt und bei Drehsinnumkehr zwischen Tilgermasse und Eingangsteil zumindest über einen Teilbereich über einen Energiespeicher in Richtung Ausgangsposition zurückgestellt wird. Selbstverständlich sind auch Kombinationen der einzelnen Reibeinrichtungen möglich. So kann z. B. der erfindungsgemäße Drehschwingungstilger sowohl eine über den gesamten Verdrehwinkel zwischen Tilgermasse und Eingangsteil wirksame Grundreibereinrichtung aufweisen als auch eine erst nach einem bestimmten Verdrehwinkel wirksam werdende verschleppte Reibeinrichtung und/oder Lastreibereinrichtung.

Weiterhin kann es von Vorteil sein, den radial außen an eine Wange der Kurbelwelle derart anzubringen, daß der Tilger die Wange radial außen teilweise ersetzt und mit der verbleibenden Kurbelwellenwange verbunden ist. Von Vorteil kann dabei eine axiale und eine radiale Verbindung des Tilgers mit der Kurbelwelle sein. Dabei kann die radiale Verbindung, insbesondere Verschraubung des Tilgers an einem von der Kurbelwelle ausgebildeten Flanschbereich, an dem der beispielsweise hufeisenförmig aufgebaute Tilger mittels den beiden Schenkeln zur Anlage kommt, und die axiale Verbindung, insbesondere Verschraubung bei Einsatz des Tilgers auf einer einer Stirnseite benachbarten Wange beispielsweise mittels einer Schraube, die vorteilhafterweise von der Stirnseite her in die Kurbelwelle eingeschraubt wird, erfolgen. Zusätzlich oder bei Verwendung des Tilgers an einer einer Stirnseite nicht benachbarten Wange kann die axiale Festigkeit durch Ausbildung von parallel zur Kurbelwellenachse ausgebildeten Anlageflächen zwischen den Schenkeln und dem Flanschbereich erfolgen, wobei vorteilhafterweise an der Kurbelwelle derart ausgeprägte Vorsprünge vorgesehen sind, die von an den Schenkeln vorgesehenen Auslegern nahezu vollständig umgriffen werden und die Anlagefläche ausbilden. Senkrecht zu der Anlagefläche kann nun die Verschraubung von Tilger und Kurbelwelle vorgesehen sein. Vorteilhaft kann die Ausgestaltung der Ausleger derart sein, daß sie für die Vorsprünge Taschen bilden und die Anlagefläche an den den Schenkeln abgewandten Seiten gebildet werden. Die Anlageflächen können zur Erhöhung der Wirksamkeit des Form-

schlusses mit einer Kerbverzahnung versehen sein.

Zusätzliche Vorteile und Merkmale von erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgern bzw. Kolbenmotoren mit solchen Tilgern gehen aus der folgenden Figurenbeschreibung hervor.

Anhand der Figuren sei die Erfindung näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäß angeordneten und ausgebildeten Drehschwingungstilger, der auf die Kurbelwelle eines Kolbenmotors montiert ist,

Fig. 2 einen Schnitt mit Ausbruch gem. der Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit eines Drehschwingungstilgers, der ähnlich wie derjenige gem. Fig. 1 angeordnet ist,

Fig. 4 und 5 eine andere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgers, wobei Fig. 5 einem Schnitt gem. der Linie V-V der Fig. 4 entspricht,

Fig. 5a eine Einzelheit einer anderen Ausführungsvariante eines Drehschwingungstilgers,

Fig. 6 bis 12 weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten von erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgern und

Fig. 13 bis 19 vereinfachte Ausgestaltungsmöglichkeiten von erfindungsgemäßen Drehschwingungstilgern mit Energiespeichern aus Kunststoff.

In Fig. 1 ist ein Detail einer Brennkraftmaschine 1 dargestellt, welches das Gehäuse 2 der Brennkraftmaschine 1 andeutet, in dem eine Kurbelwelle 3 verdrehbar gelagert ist. Von der Kurbelwelle 3 ist ein Kurbelzapfen 4 ersichtlich, der in bekannter Weise zur Lagerung einer Schubstange (auch Pleuel genannt) dient, welche mit einem Kolben verbunden ist.

Fig. 1 ist lediglich eine prinzipielle Darstellung eines möglichen Aufbaus eines Kolbenmotors. Es wird daher bezüglich des genaueren Aufbaus von Kolbenmotoren auf die Fachliteratur verwiesen, z. B. Dubbel, "Taschenbuch für den Maschinenbau", 18. Auflage, Seiten P 80 - P 87 sowie auf das "Kraftfahrtechnische Taschenbuch", 22. Auflage von "Bosch", Seiten 382-399.

Beidseits des Kurbelzapfens 4 erstreckt sich jeweils eine Kurbelwange 5, von denen sich auf der dem Kurbelzapfen 4 abgewandten Seite jeweils ein axialer Wellenzapfen 6, 7 erstreckt. Die Wellenzapfen 6, 7 dienen zur Lagerung der Kurbelwelle 3 in dem Gehäuse 2. Die Rotationsachse 8 der Kurbelwelle 3 stimmt mit der Rotationsachse der Wellenzapfen 6, 7 überein. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Zapfen 6, 7 über eine Gleitlagerung 8, 9 am Gehäuse 2 gelagert. Anstelle von Gleitlagerungen können jedoch, wie an sich bekannt, auch Wälzlagerungen verwendet werden. Weiterhin ist bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel die gezeigte Kurbel beidseits über einen Zapfen 6, 7 gelagert. Wie jedoch aus dem voran zitierten Stand der Technik hervorgeht, kann bei Motoren mit mehreren Kolben, in Abhängigkeit der Kurbelfolge eine entsprechende Lagerung auch erst nach jeder zweiten oder dritten Kurbel erfolgen.

Das Gehäuse 2 des Kolbenmotors 1 nimmt einen Tilger 10 auf. Der Tilger 10 besitzt ein Eingangsteil 11, das bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel starr mit der Kurbelwelle 3 verbunden ist, und zwar über eine Verschraubung 12, die mit der Achse 8 fluchtet. Hierfür hat der Wellenzapfen 6 eine entsprechende Gewindebohrung 13. Das Tilger-eingangsteil 11 kann jedoch auch in anderer Art und Weise mit der Kurbelwelle 3 antriebsmäßig verbunden sein, z. B. über einen Formschluß, der z. B. über am Eingangsteil 11 vorgesehene Profilierungen, welche mit an der Kurbelwelle 3 angeordneten Gegenprofilierungen in Eingriff stehen, gebildet sein kann. Auch könnte das Eingangsteil 11 mit der

Kurbelwelle verstiftet oder verschweißt sein, z. B. mittels Preßschweißen, Widerstandspreßschweißen, Widerstandsschmelzschweißen, Strahlschweißen, Schutzgasschweißen oder Lichtbogenschmelzschweißen. Bezüglich der möglichen Schweißverfahren wird wiederum auf "Dubbel - Taschenbuch für den Maschinenbau, 18. Auflage, Seiten G4 - G7" verwiesen.

Das Eingangsteil 11 besitzt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel einen ringförmigen, äußeren Bereich 14, der eine Tilgermasse 15 trägt, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel durch zwei axial beabstandete und zwischen sich den ringförmigen Bereich 14 aufnehmende, ringförmige Bauteile 16, 17 gebildet ist. Wie aus Fig. 1 zu entnehmen ist, ist die dem ringförmigen Bauteil 17 benachbarte Kurbelwange 5 bezüglich ihrer Kontur derart ausgebildet, daß zumindest ein Teil des für das ringförmige Bauteil 17 erforderlichen Bauraums geschaffen wird. Die beiden ringförmigen Bauteile 16, 17 sowie der dazwischen aufgenommene Bereich 14 besitzen Ausnehmungen 16a, 17a, 14a, in denen Energiespeicher aus Metall in Form von Schraubenfedern 18 aufgenommen sind. Die Schraubenfedern 18 widersetzen sich einer relativen Verdrehung zwischen der Tilgermasse 15 und dem Tilgereingangsteil 11. Der zwischen der äußeren Gehäusewandung 19 und der Kurbelwange 5 aufgenommene Tilger 10 ist zumindest in radialer Richtung über das Eingangsteil 11 auf dem Endwellenzapfen 6 zentriert und im Gehäuse 2 gelagert. Hierfür besitzt das Eingangsteil 11 einen sich axial erstreckenden hülsenförmigen Bereich 20, der sich radial innen an den ringförmigen Bereich 14 anschließt. Der hülsenförmigen Bereich 20 umgibt den Wellenzapfen 6 vorzugsweise zumindest im wesentlichen spielfrei. In vorteilhafter Weise ist der Zapfen 6 in den hülsenförmigen Bereich 20 eingepreßt. Der hülsenförmige Bereich 20 ist Bestandteil einer topfförmigen Anformung 21 des Tilgereingangsteils 11. Der Boden 22 der topfförmigen Anformung 21 liegt an der Frontfläche 23 des Wellenzapfens 6 an und ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel über die Verschraubung 12 mit der Kurbelwelle 3 fest verbunden.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, dient der axiale hülsenförmige Bereich 20 unmittelbar zur Bildung der Lagerung 8. Der Tilger 10 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel auf der axialen Seite der Kurbelwelle 3 montiert, welche von der über eine Kupplung mit einem Getriebe verbindbaren Kurbelwellenseite abgewandt ist. Der bzw. ein Tilger 10 könnte jedoch auch auf dem dem Getriebe zugewandten Ende bzw. dem Abtriebsende der Kurbelwelle 3 angeordnet werden. Weiterhin könnte zumindest bei sogenannten zusammengesetzten Kurbelwellen der bzw. ein Tilger 10 einer anderen Wange benachbart und innerhalb des Gehäuses angeordnet werden.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist zur Abdichtung des Gehäuses auf dessen äußeren Seite ein Deckel 24 vorgesehen. Dieser Deckel 24 kann z. B. mit dem Gehäuse dicht verschraubt sein, wobei hierfür gegebenenfalls eine Dichtung zwischengelegt werden kann.

Parallel zu dem Energiespeicher 18 ist zwischen der Tilgermasse 15 und dem Eingangsteil 11 eine Hysterese- bzw. Reibeinrichtung 25 vorgesehen, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel einen radial innerhalb der Energiespeicher 18 angeordneten Energiespeicher 26 in Form einer Tellerfeder umfaßt. Die Tellerfeder 26 ist axial zwischen dem ringförmigen Bauteil 16 und dem Bereich 14 gespannt, wodurch auch die axial fest mit der Scheibe 16 verbundene andere Seitenscheibe 17 gegen das Eingangsteil 11 bzw. dessen ringförmigen Bereich 14 gezogen wird. Dadurch entsteht auch zwischen der Seitenscheibe 17 und dem Eingangsteil 11 ein Reibungseingriff. Die Scheiben 16 und 17

sind wie aus Fig. 2 ersichtlich über Abstandsbolzen bzw. Niete 27 fest verbunden. Die Verbindungsmittel in Form von Nieten 27 erstrecken sich durch Ausnehmungen 28 des Tilgereingangsteils 11. Die Ausnehmungen 28 und die Verbindungsmittel 27 sind dabei aufeinander derart abgestimmt, daß die Tilgermasse 15 gegenüber dem Eingangsteil 11 die für die Funktion des Tilgers 10 erforderliche Relativverdrehung durchführen kann. Die Begrenzung dieser Relativverdrehung kann in vorteilhafter Weise durch auf Block gehen der Energiespeicher 18 oder aber durch Anschlag der Abstandsmittel 27 an den in Umfangsrichtung betrachteten Endbereichen der Ausnehmungen 28 erfolgen.

Zur Reduzierung des für die Schraubverbindung 12 erforderlichen Bauraums kann auch wenigstens eine Senkschraube eingesetzt werden. Zur Bildung der Gleitlagerung 8 kann die äußere Ringfläche des hülsenförmigen Bereiches 20 mit einer entsprechenden Beschichtung versehen werden. Es kann außerdem vorteilhaft sein, wenn zumindest der hülsenförmige Bereich 20 wenigstens im Bereich seiner äußeren Ringfläche gehärtet ist, z. B. durch Induktivhärten oder Strahlhärten.

Die Anordnung des Tilgers axial zwischen der ersten Kurbelwellenwange 5 und der benachbarten Wandung 19 des Motorgehäuses 2 bringt den Vorteil, daß die Schwungmasse bzw. Tilgermasse 15 und der Flansch bzw. das Eingangsteil 11 als geschlossene Blechringe ausgebildet werden können.

Die grundlegende Funktion des Tilgers 10 wird durch die Tilgermasse 15 in Verbindung mit den Energiespeichern in Form von Druckfedern bzw. Schraubenfedern 18 bestimmt. Die Druckfedern können zumindest teilweise vorgespannt sein, wobei diese Vorspannung in vorteilhafter Weise bis zur Hälfte des maximal möglichen Federweges der Druckfedern 18 betragen kann. Diese Vorspannung kann jedoch auch größer oder kleiner sein. Durch entsprechende Vorspannung der Federn 18 kann die Tilgermasse 15 in Umfangsrichtung spielfrei am Eingangsteil 11 angelenkt werden.

Die Energiespeicher 18 können in den ihnen entsprechend zugeordneten Aufnahmen 14a, 16a, 17a derart aufgenommen sein bzw. die entsprechenden Aufnahmen 14a, 16a, 17a in Bezug auf die ihnen zugeordneten Energiespeicher 18 derart ausgebildet sein, daß eine mehrstufige Federkennlinie entsteht. Dadurch wird erzielt, daß die Verdrehsteifigkeit durch Zuschalten von Federstufen und in Abhängigkeit des Relativverdrehwinkels zwischen Tilgermasse 15 und Eingangsteil 11 zunimmt bzw. vergrößert wird.

Die durch Druckfedern 18 gebildeten Energiespeicher und die Tilgermasse 15 sind derart bemessen, daß sich eine auf die Kurbelwelleneigenfrequenz abgestimmte Tilgerfrequenz ergibt.

Zusätzlich oder alternativ zur Reibungsdämpfungseinrichtung 25 kann eine geschwindigkeitsproportionale Dämpfung durch Öl in Spalten vorgesehen werden. Eine derartige geschwindigkeitsproportionale Dämpfung kann durch Einstellung eines entsprechend schmalen Spaltes zwischen wenigstens einer der Seitenscheiben 16, 17 und dem ringförmigen äußeren Bereich 14 des Eingangsteiles 11 erzeugt werden.

In vorteilhafter Weise kann die vorhandene Motorschmierung zur Verschleißminimierung der den Tilger 10 bildenden Bauteile sowie zur Wärmeabfuhr von diesen Bauteilen herangezogen werden.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 3 unterscheidet sich gegenüber der gemäß den Fig. 1 und 2 dadurch, daß der das Eingangsteil 11 des Schwingungstilgers 10 bildenden Nabenflansch 111 zweiteilig ausgebildet ist. Das Eingangsteil 111 besteht hier aus einem ringförmigen Bauteil 114 und einem hülsenförmigen Bauteil 120, das mit den radial inneren

Bereichen des scheibenförmigen Bauteiles 114 fest verbunden ist, im vorliegenden Falle durch eine Schweißverbindung 121. Diese Schweißverbindung 121 kann in besonders vorteilhafter Weise durch Laserstrahlschweißen hergestellt werden. Es können jedoch auch andere Schweißverfahren verwendet werden, beispielsweise die bereits weiter oben erwähnten. Die Verwendung einer separaten Hülse ermöglicht eine bessere Bearbeitung derselben. Die Verbindung des Tilgers 110 mit der Kurbelwelle 103 kann über eine Schrumpfverbindung zwischen dem hülsenförmigen Bereich 120 und dem freien Wellenzapfen 106 erfolgen. Diese Verbindung kann jedoch auch in einer anderen Art und Weise geschehen, und zwar wie dies in Verbindung mit den Fig. 1 und 2 beschrieben wurde. Die äußere Fläche des hülsenförmigen Bereiches 120 wird wiederum als Lagerfläche genutzt. Zur Bildung der Lagerung 108 kann ähnlich, wie dies in Fig. 1 angedeutet ist, zwischen dem hülsenförmigen Bereich 120 und der diese aufnehmende Bohrung 102a des Gehäuses 102 ein Gleitlager eingesetzt werden. Es kann jedoch auch ausreichend sein, wenn die Ringfläche der Bohrung 102a und/oder die äußere Ringfläche des hülsenförmigen Bereiches 120 mit einer entsprechenden Beschichtung zur Bildung einer Gleitlagerung versehen ist. Die Bohrung 102a könnte auch derart ausgebildet werden, daß zwischen dem hülsenförmigen Bereich 120 und dieser Bohrung 102a bzw. dem Gehäuse 102 ein Wälzlager eingesetzt werden kann.

Zur drehfesten Verbindung zwischen dem Eingangsteil 111 und dem Wellenzapfen 106 kann auch eine Polygonverbindung Verwendung finden. Hierfür brauchen lediglich die radial äußere Fläche des Wellenzapfens 106 und die radial innere Fläche des axialen Ansatzes 120 entsprechend ausgebildet werden.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist die Gehäusewandung 119 im Bereich des Wellenzapfens 106 axial geschlossen ausgeführt, wodurch keine zusätzliche Dichtkappe erforderlich ist.

Die Gehäuse 2, 102 können in vorteilhafter Weise aus mehreren Gehäuseteilen bestehen, die im Bereich der Wellenzapfen der entsprechenden Kurbelwelle aneinander anliegen und verbunden sind. Es sind jedoch auch andere Bauformen möglich, die aus dem bereits erwähnten Stand der Technik zu entnehmen sind.

Die grundlegende Funktion des in Fig. 4 und 5 dargestellten Tilgers 210 wird durch die Trägheits- bzw. Tilgermassen 215 in Verbindung mit den als Schraubenfedern ausgebildeten Druckfedern 218 bestimmt. Die Tilgermassen 215 und die diesen jeweils zugeordneten Druckfedern 218 sind in einem Gehäuse 230 aufgenommen, das im vorliegenden Beispiel im wesentlichen einteilig ausgebildet ist. Hierfür besitzt das Gehäuse 230 entsprechend Aufnahmen bzw. Aufnehmungen 231, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel in axialer Richtung offen sind. Die Tilgermassen 215 sind als Kreissegmente ausgebildet, die bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine verhältnismäßig große Dicke besitzen. In vorteilhafter Weise können derartige Tilgermassen als Sinterteile hergestellt werden. Das Gehäuse 230 bildet radial außen bogenartige Abschnitte 232, an denen sich die Trägheitsmassen 215, insbesondere unter Fliehkrafteinwirkung, abstützen können. Dadurch entsteht eine fliehkraftabhängige Reibungsdämpfung zwischen den Trägheitsmassen 215 und dem Gehäuse 230. Die in Umfangsrichtung betrachtet beidseits einer Tilgermasse 215 angeordneten Druckfedern sind vorgespannt, und zwar derart, daß bei voller Komprimierung des auf der einen Seite vorgesehene Energiespeichers 218 der auf der anderen Seite vorgesehene Energiespeicher 218 noch eine gewisse Vorspannung aufweist. Dadurch wird gewährleistet, daß die Federn 218 ein-

wandfrei sowohl in Umfangsrichtung als auch in radialer Richtung innerhalb der Ausnehmungen 231 geführt werden können. Weiterhin wird dadurch gewährleistet, daß die Trägheitsmassen 215 stets spielfrei zwischen den ihnen jeweils zugeordneten Druckfedern 218 gehalten bzw. eingespannt sind. Die Druckfedern 218 und die Tilgermassen 215 sind derart bemessen, daß sich eine auf die Kurbelwelleneigenfrequenz abgestimmte Tilgerfrequenz ergibt.

Die Ausnehmungen 231 des Gehäuses 230 sind seitlich über aufgesetzte Bauteile in Form von ringförmigen Blechen 233, 234 verschlossen. Die Blechteile 233, 234 können dabei mit dem Gehäuse 230 verschweißt und/oder vernietet und/oder verstemmt sein.

Wie insbesondere aus Fig. 5 hervorgeht, ist der Dreh-schwingungstilger 210 – in Ansicht bzw. im Querschnitt betrachtet – sattel- bzw. hufeisenförmig ausgebildet und auf einer Kurbelwange 205 aufgenommen. Der Schwingungstilger 215 ist dabei vor der dem Kurbelzapfen 204 abgewandten Seite der Kurbelwange 205 her radial aufsteckbar. Die seitlichen Bereiche des hufeisenförmigen Gehäuses 230 bilden Abschnitte 235, 236, die seitlich an der Kurbelwange 205 anliegen und auf radialer Höhe des Kurbelzapfens 204 mittels Querschrauben 237 mit der Kurbelwelle 203 fest verbunden sind. Die zu den Federn 218 parallel wirksame Reibungsdämpfung kann, wie bereits erwähnt, durch Reibung der Trägheitsmassen 215 an Gehäusebereichen 232 erfolgen, wobei diese Reibung fliehkraftabhängig ist.

Zumindest eine Kammer 231 kann eine Verbindung mit der Motorschmierung bzw. Kurbelwellenlagerschmierung aufweisen, wodurch eine Verschleißminimierung an den relativ zueinander bewegbaren Bauteilen erfolgen kann und darüberhinaus auch noch zusätzlich eine geschwindigkeitsproportionale Dämpfung und/oder eine Dämpfung durch Verdrängung von Öl ermöglicht wird.

Eine weitere Möglichkeit, einen Dämpfungseffekt zu erzielen, besteht in der Anordnung von Energiespeichern, wie z. B. Blattfedern oder Tellerfedern, zwischen wenigstens einer Tilgermasse 215 und wenigstens einem der Seitenbleche 233, 234.

In Fig. 5 ist auf der linken Seite eine Alternative zur Anordnung bzw. Abstützung einer Tilgermasse 215 strichiert angedeutet. Die Tilgermasse 215 kann eine Ausnehmung 240 aufweisen, in der ein Energiespeicher, vorzugsweise eine Schraubenfeder, vorgespannt aufgenommen ist. Der Energiespeicher 241 ist dabei zwischen der entsprechenden Tilgermasse 215 und einem mit der Kurbelwelle 203 fest verbundenen Bauteil, das im vorliegenden Falle durch das Gehäuse 230 gebildet ist, gespannt. Dadurch wird die Trägheitsmasse 215 radial nach innen gedrängt, so daß sich diese an dem inneren Bereich 242 des Gehäuses 230 abstützt. Die Ausnehmung 240 und die Feder 241 sind dabei derart ausgebildet und angeordnet, daß die entsprechende Trägheitsmasse 215 in Umfangsrichtung den erforderlichen Schwingwinkel ausführen kann. Durch entsprechende Auswahl der Vorspannung der Feder 241 kann nun die durch die entsprechende Tilgermasse 215 erzeugte drehzahl- bzw. fliehkraftabhängige Reibung eingestellt bzw. variiert werden. So kann z. B. bei geringen Drehzahlen keine oder nur eine geringe Reibung durch die Tilgermasse 215 erzeugt werden. Wenn die auf die Tilgermasse 215 einwirkende Fliehkraft zumindest annähernd im Gleichgewicht steht mit der durch die Feder 241 erzeugte Radialkraft, so ist praktisch keine bzw. nur eine kleine Reibungsdämpfung vorhanden. Dieses Gleichgewicht stellt sich bei einer bestimmten Drehzahl bzw. innerhalb eines Drehzahlbereiches ein. Unterhalb dieser Drehzahl bzw. dieses Drehzahlbereiches kann die Reibungsdämpfung mit zunehmender Drehzahl abnehmen und oberhalb dieser Drehzahl bzw. dieses Drehzahlbereiches

kann die Reibungsdämpfung mit zunehmender Drehzahl zunehmen.

Obwohl lediglich eine Wange 205 einer Kurbel einen Tilger 210 tragen kann, ist es vorteilhaft, wenn beide Wangen einer Kurbel einen entsprechenden Tilger 210 tragen. Bei Kurbelwellen für eine Vielzahl von Kolben können die einzelnen Tilgereinheiten 210 entsprechend den Erfordernissen verteilt auf an einzelne Kurbelwangen montiert werden. Durch gezielte Verteilung der Tilgereinheiten ist auch ein Massenausgleich der Kurbelwelle möglich, wodurch auch deren Unwucht zumindest auf ein vertretbares Maß minimiert werden kann.

Bei einem Ausführungsbeispiel entsprechend dem Detail gem. Fig. 5a setzt sich das Gehäuse 330 aus mehreren Teilen zusammen, die erst in Verbindung miteinander ein stabiles Gehäuse bilden. Die entsprechenden Tilgermassen 315 sind jedoch zumindest im wesentlichen in ähnlicher Weise im Gehäuse 330 aufgenommen, wie die Tilgermassen 215 gem. den Fig. 4 und 5.

Die Kurbelwelle 303 und das Gehäuse 330 des Tilgers 310 sind derart ausgebildet und aufeinander abgestimmt, daß der Tilger 310 mit der Kurbelwelle 303 über in Längsrichtung belastete Schrauben 337 verbunden sind.

Der in den Fig. 6 bis 8 dargestellte Tilger 410 besitzt, wie insbesondere aus Fig. 7 hervorgeht, eine U-förmige Gestaltung und ist mit der Kurbelwelle 403 im Bereich einer Kurbelwange 405 über Schrauben 437 verbunden und zwar in ähnlicher Weise wie dies im Zusammenhang mit den Fig. 4 und 5 für den Tilger 210 beschrieben wurde.

An sich bildet der Tilger 410 eine Kurbelwange beziehungsweise ersetzt eine solche zumindest teilweise. Der Hauptteil der oszillierenden Trägheits- beziehungsweise Tilgermassen wird durch zwei Seiten- beziehungsweise Gegenseiben 415, 416 gebildet, welche durch eine Niete 450 miteinander verbunden sind. Für diese Verbindung können jedoch auch Schrauben oder Schweißverbindungen Verwendung finden, wobei dann zumindest eine der Gegenseiben 415, 416 eine Laschen aufweisen kann, um diese Verbindungen herzustellen:

Die Gegenseiben 415, 416 sind beidseits eines sich radial erstreckenden in Umfangsrichtung kreissegmentförmig ausgebildeten Flansches 451 eines Trägerteiles beziehungsweise Gehäuses 430 angeordnet. Das Trägerteil 430 besitzt einen radial inneren axial sich erstreckenden Bereich 452 und radial äußeren sich axial erstreckenden Bereich 453. In etwa mittig gegenüber diesen Bereichen 452, 453 erstreckt sich der Flansch 451. Das Trägerteil 430 bildet somit beidseits des Flansches 451 eine Aufnahme, in denen die Gegenseiben 415, 416 zumindest teilweise enthalten und geführt sind. Die Scheiben 415, 416 stützen sich unter Fliehkrafteinwirkung an dem axialen Bereich 453 ab, und zwar bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel unter Zwischenlegung von Lagerteilen 454, 455, die zum Beispiel aus einem Reib- oder Gleitwerkstoff hergestellt sein können. Vorzugsweise handelt es sich dabei um Kunststofflager mit entsprechenden Reib- beziehungsweise Gleiteigenschaften. Die Lagerteile 454, 455 sind hier, wie aus Fig. 7 ersichtlich, über schwabenschwanzähnliche Verbindungen 456 mit den Scheiben 415, 416 verbunden. Es ist also eine formschlüssige Verbindung zwischen den einander zugeordneten Bauteilen 415, 454 und 416, 455 vorhanden. Zusätzlich oder alternativ können die einander zugeordneten Bauteile miteinander verklebt, verstemmt oder verschweißt sein.

Die zwischen dem Trägerteil 430 und den Gegenseiben 415, 416 wirksamen Druckfedern 418 sind in Aufnahmen beziehungsweise Ausnehmungen 457, 458 der Gegenseiben 415, 416 sowie in Aufnahmen beziehungsweise Ausnehmungen 459, 460 des Trägerteils 430 beziehungsweise

des Flansches 451 aufgenommen. Durch entsprechende Ausbildung der Aufnahmen 457, 458, 459, 460 werden die Federn 418 sowohl in axialer als auch in radialer Richtung im Tilger 410 gesichert. Die Länge der Federn 418 und die längenmäßige Abstimmung der Aufnahmen 457, 458 in bezug auf die entsprechend zugeordneten Aufnahmen 459, 460 ist vorzugsweise derart getroffen, das zumindest die in Fig. 7 in Umfangsrichtung des Tilgers 410 betrachteten beiden Endfedern 418 eine Vorspannung aufweisen und zwar vorzugsweise derart, daß bei voller Komprimierung des auf der einen Seite vorgesehenen Energiespeichers 418 der auf der anderen Seite vorgesehene Energiespeicher 418 noch eine gewisse Vorspannung aufweist. Die dadurch erzielbare Wirkung wurde im Zusammenhang mit den Federn 218 gemäß Fig. 4 und 5 bereits beschrieben. Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn auch die in Fig. 7 – in Umfangsrichtung betrachtet – mittleren Federn 418 gegeneinander verspannt sind.

Aus Fig. 7 ist ersichtlich, daß die Ausnehmung 460 im Flansch 451 die beiden mittleren Federn 418 aufnimmt, wobei zwischen den einander zugewandten Endbereichen dieser beiden Federn 418 radiale Bereiche 461 der Gegenscheiben 415, 416 sich erstrecken. Dadurch sind diese mittleren Federn 418 in Reihe geschaltet. Wie insbesondere aus Fig. 8 ersichtlich ist, ist zur Erzeugung einer Grundreibung ein Energiespeicher, hier in Form wenigstens eines axial gewellten Ringes 462, vorgesehen. Der Energiespeicher ist axial zwischen der Gegenscheibe 416 und dem Flansch 451 verspannt. Zwischen dem Energiespeicher 462 und dem Flansch 451 ist eine Abstützscheibe beziehungsweise Reibscheibe 463 vorgesehen. Zwischen der Gegenscheibe 415 und dem Flansch 451 ist ebenfalls eine Zwischenscheibe beziehungsweise Reibscheibe 464 angeordnet. Durch entsprechende Verdickung des Flansches 451 und/oder der Gegenscheiben 415, 416 können die Scheiben 463, 464 auch entfallen.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Befestigung des Tilgers 410 an der Kurbelwelle 403 mittels Querschrauben 437. Die kurbelwellenseitige Abstützung der auf den Tilger 410 einwirkenden Fliehkraft erfolgt zusätzlich beziehungsweise weitgehend über einen formschlüssigen Umgriff beziehungsweise Eingriff 465, 466 des Kurbelwellenflansches beziehungsweise Kurbelwellennabenkörpers 405 durch das Trägereil 430. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 6 und 7 ist dieser formschlüssige Umgriff beziehungsweise Eingriff 465, 466 als Prismenführung ausgebildet. Hierfür besitzen die seitlichen Bereiche des im Querschnitt U-förmigen Trägereils 430 entsprechend ausgebildete Vorsprünge 467, welche in entsprechend angepasste Vertiefungen beziehungsweise Nuten 468 der Kurbelwelle 403 eingreifen. Es können die Vorsprünge jedoch auch am Bereich 405 angeformt sein und die Vertiefungen bzw. Nuten am Trägereil 430. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 9 ist der die auf den Tilger 510 einwirkende Fliehkraft abfangende Umgriff 566 – im Querschnitt betrachtet – rechtwinklig ausgebildet. Eine derartige Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die Fliehkkräfte, welche auf den Tilger einwirken, praktisch zu keiner Belastung der Schrauben 537 führen. Die Befestigung des Tilgers 510 gewährleistet eine besonders steife Verbindung mit der Kurbelwelle 503.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die gemäß der Erfindung ausgestalteten Tilger eine Zwangsschmierung aufweisen, die beispielsweise mit der Umlaufschmierung des Motors verbunden sein kann. Eine derartige Schmierung kann jedoch auch alternativ oder zusätzlich mit Spritzöl erfolgen.

Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 10 ist das gehäuseförmige Trägereil 630 mit Flanschbereichen beziehungsweise radialen Bereichen 605 der Kurbelwelle 603 über axiale

Steckverbindungen 667 verbunden. Die Steckverbindungen 667 sind durch ineinander greifende Profile 668, 669 gebildet, welche im Querschnitt keilförmig ausgebildet sein können. Die Profilierungen 668, 669 können sich dabei, in axialer Richtung der Kurbelwelle 603 betrachtet, verjüngen, wodurch der Tilger 610 in Montagerichtung auf der Kurbelwelle 603 axial gesichert ist. Zur Sicherung des Tilgers 610 in die andere axiale Richtung kann ein Sicherungsring, der an der Kurbelwelle befestigt wird, verwendet werden. Ein derartiger Sicherungsring ist einerseits an der Kurbelwelle 603 befestigt und überdeckt zumindest Bereiche der Profilierungen 669 beziehungsweise Bereiche des Gehäuses beziehungsweise Trägereils 630.

Die in Zusammenhang mit den Ausführungsbeispielen beschriebene verspannte Anordnung der Tilgerdruckfedern hat den Vorteil, daß trotz Fertigungstoleranzen auch im Bereich der Einbaulage (Verdrehwinkel = 0) eine lineare Verdrehkennlinie ohne Spiel und Vorspannung vorliegt. Auch bei Verschleiß der Federn oder der Federanschläge beziehungsweise Federaufnahmen ist die lineare Kennlinie sichergestellt. Die gegenseitige Verspannung von Federn gewährleistet somit eine konstante Federrate und damit auch eine zumindest annähernd konstante Tilgerfrequenz.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der im Bereich einer Kurbelwellenwange zu montierenden Tilger hat weiterhin den Vorteil, das eine einfache Montage desselben gewährleistet ist, zum Beispiel durch einfaches Aufschieben und Verschrauben des Tilgers mit der Kurbelwelle.

Durch den im Bereich einer Kurbelwellenwange vorzusehenden, erfindungsgemäßen Tilger wird auch der Massenausgleich an der Kurbelwelle gewährleistet. In besonders vorteilhafter Weise kann ein gemäß der Erfindung ausgebildeter "Wangentilger" ein Gegengewicht der ersten Kurbelwellenkröpfung ersetzen.

Das in den Fig. 11 und 12 dargestellte Ausführungsbeispiel eines Wangentilgers 710 ist dem in den Fig. 6 und 7 beziehungsweise 4 und 5 dargestellten Ausführungsbeispiel 410 beziehungsweise 210 ähnlich und dort mit Ausnahme der nachfolgenden, unterschiedlichen Merkmalen beschrieben.

Der ebenfalls U-förmige Tilger 710 mit zwei Seitenchenkeln 730a, 730b bildet den radial äußeren Teil der Kurbelwange und ist der Stirnseite 703a der Kurbelwelle 703 benachbart. Das Trägereil 730 weist einen radial nach innen gerichteten Flanschbereich 730c auf, der an einer axial in der Kurbelwelle 703 vorgesehenen Schulter 703b angelegt und mittels der über die Stirnseite 703a durch die Kurbelwelle 703 geführten Schraube 737a verschraubt und axial gesichert ist. Die beiden Schenkel 730a, 730b weisen je einen vorwiegend radial ausgerichteten Ausleger 770 auf, der einen in der Kurbelwelle 703 vorgesehenen Vorsprung 769 an der den Schenkeln 730a, 730b entgegengesetzten Seite unter Ausbildung der kurbelwellenseitigen und tilgerseitigen Anlageflächen 768, 767 umgreift. Die einen Formschluß bildenden Anlageflächen 767, 768 sind mit den Schrauben 737 verschraubt und bilden durch ihre Ausrichtung eine zusätzliche Sicherung gegen axiales Kippen und insbesondere gegen Aalschwingungen in Form von Schwingungsformen, so daß die Schrauben 737 entlastet werden, so daß bei Einsatz des Wangentilgers 710 an Stellen, an denen wie in diesem Ausführungsbeispiel eine axiale Sicherung wie mit der Schraube 737a nicht möglich ist, dennoch eine genügende Sicherung gegen axial wirkende Schwingungsformen erreicht werden kann, wobei die Anlageflächen 767, 767 auch mittels einer Korbverzahnung einen Formschluß bilden können.

Die Fig. 13 bis 20 zeigen Ausgestaltungsbeispiele von Drehschwingungstilgern, die insbesondere bezüglich ihrer

Form und Befestigung an der Kurbelwelle wie die Drehschwingungstilger 1, 110, 210, 410, 610, 710 ausgestaltet sein können und im Unterschied zu diesen Energiespeicher zwischen dem jeweiligen Eingangsteil und der Tilgermasse aus Elastomeren aufweisen.

Die Fig. 13 zeigt dazu einen Drehschwingungstilger 810 im Schnitt, Fig. 14 denselben Drehschwingungstilger 810 entlang der Linie III-III der Fig. 13. Wie an den Ausführungsbeispielen der Fig. 11 und 12 näher erläutert, ist das Eingangsteil 830 des Drehschwingungsdämpfers 810 mittels Befestigungsmitteln und den entsprechenden Aufnahmen 837, 837a für diese mit der – nicht dargestellten – Kurbelwelle verbunden. In dem vorzugsweise hufeisenförmigen Eingangsteil 830 sind von beiden Seiten her der Form des Eingangsteils 830 entsprechende axial eingebuchtete Taschen 830a, 830b zur Aufnahme je einer im wesentlichen an die Form der Taschen 830a, 830b unter Berücksichtigung des Verdrehspiels angeglichenen Tilgermasse 851a, 851b vorgesehen, wobei die Tilgermassen 851a, 851b auch mehrteilig ausgestaltet sein können. Hierzu kann es vorteilhaft sein, zur Kompensation spezieller Schwingungseigenformen einen Abstand zumindest in der Höhe der Maximalauslenkung der gegebenenfalls mit unterschiedlicher Phase und damit möglicherweise gegeneinander schwingenden getrennten Tilgermassen vorzusehen.

Axial zwischen sich zwischen den Böden 830c, 830d der Taschen 830a, 830b und den Tilgermassen 851a, 851b jeweils ein elastomerer Energiespeicher 818a, 818b angeordnet und fest mit dem Eingangsteil 830 und den Tilgermassen 851a, 851b verbunden. Die Verbindung erfolgt mittels an sich bekannter Klebe- und/oder Vulkanisierungstechniken, das Material kann prinzipiell jedes Elastomer mit einem geeigneten Elastizitätsmodul und/oder der entsprechenden shore-Härte sein, wobei sich insbesondere Gummi, Naturkautschuk, elastische Thermoplaste, die sich insbesondere durch ihre Verarbeitbarkeit mittels Spritzgußtechniken eignen, oder dergleichen vorteilhaft sind. Voraussetzung für den Einsatz entsprechender Materialien und deren Verbindung mit den Tilgermassen 851a, 851b und dem Eingangsteil 830 ist deren Ölbeständigkeit bei erhöhten Temperaturen. Allerdings hat es sich in Versuchen auch erwiesen, daß entsprechend weniger beständige Verbindungen und/oder Elastomere vorteilhaft geschützt werden können, indem die Taschen 830a, 830b im wesentlichen dicht mittels eines Deckels, der aus Metall oder Kunststoff bestehen kann, abgedichtet werden. Auf diese Weise können für die Optimierung der Schwingungseigenschaften des Tilgers 810 auch weniger ölbeständige Materialien und Verbindungen genutzt werden. Eine typische Auslenkung der Tilgermassen 851a, 851b entgegen dem Eingangsteil 830 kann bei diesem Ausführungsbeispiel mit $< 3^\circ$, vorzugsweise $< 1^\circ$ zur vollen Wirksamkeit des Tilgers 810 ausreichend sein.

Am Außenumfang der Tilgermassen 851a, 851b können weiterhin radial zwischen diesen und dem Eingangsteil 830 Gleitlagersegmente 852a, 852b vorgesehen sein, die die Tilgermassen 851a, 851b und das Eingangsteil 830 vor Verschleiß schützen und/oder eine über die Wahl des Reibkoeffizienten der Gleitlagersegmente 852a, 852b entsprechend abgestimmte, fliehkraftabhängige Reibung erzeugen. Es versteht sich, daß diese Wirkung auch über eine Abdichtung der Taschen 830a, 830b durch einen Deckel vorteilhaft modifiziert werden kann. Die Gleitlagersegmente 852a, 852b sind axial fixiert, beispielsweise mittels radial nach innen gezogener Nasen 852. Es versteht sich, daß die Fixierung der Gleitlagersegmente 852a, 852b auch an dem Eingangsteil 830 erfolgen kann, indem beispielsweise entsprechende Laschen von radial außen oder innen über die Taschen 830a, 830b geführt werden. Derartige Laschen können – ebenfalls

wie ein Deckel – auch axial stützende Funktion für die Tilgermassen 851a, 851b aufweisen und somit eine weniger intensive Verbindung der Energiespeicher 818a, 818b mit den Tilgermassen 851a, 851b und dem Eingangsteil 830 kompensieren, wobei axial zwischen den Tilgermassen 851a, 851b und den Laschen beziehungsweise dem Deckel weitere Elastomerteile zur Bildung einer axial beidseitigen Dämpfung vorgesehen sein können.

Es versteht sich, daß sämtliche als Elastomere ausgebildete Energiespeicher, beispielsweise die Energiespeicher 818a, 818b eine von der Fläche der Tilgermassen 851a, 851b unterschiedliche Gestaltung der Fläche aufweisen können. Beispielsweise können sie mehrteilig aufgebaut oder einstückig mit vorteilhaften Ausnehmungen sein. Insbesondere können Energiespeicher 818a, 818b aus einer Anordnung dünner Stege – vorzugsweise eine oder wenige Stegbreiten voneinander beabstandet – gebildet werden, bei denen Breite und Dicke in einem ähnlichen Verhältnis, beispielsweise von 5 : 1 bis 1 : 5, vorzugsweise von 2 : 1 bis 1 : 2 stehen, wobei in vorteilhafter Weise die Stege von einem gemeinsamen Außenumfang aufgenommen sind und durch die Stege auch ein Netzwerk gebildet werden kann. Weiterhin können die Energiespeicher 818a, 818b ein Lochmuster aufweisen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Tilgers 180 sieht zusätzlich oder alternativ zur Verbindung der Tilgermassen 851a, 851b mit den Energiespeichern 818a, 818b und damit 830 über die Verbindung dieser mit den Energiespeichern mit dem Eingangsteil eine mechanische Befestigung der Tilgermassen 851a, 851b am Eingangsteil unter Beibehaltung der Verdrehbarkeit in Umfangsrichtung vor. Hierzu können im Eingangsteil 830, beispielsweise im Bereich der Taschen 830a, 830b axial ausgerichtete Bolzen vorgesehen sein, die durch in Umfangsrichtung langlochartig erweiterte Öffnungen der Tilgermassen 851a, 851b greifen und auf der Außenseite vernietet sind. Weiterhin können zuvor beschriebene Laschen die axiale Fixierung der Tilgermassen 851a, 851b übernehmen.

Fig. 15 zeigt einen mit dem Tilger 810 der Fig. 13 und 14 ähnliches Ausführungsbeispiel eines Tilgers 910, bei dem im Eingangsteil 930 nur eine Tasche 930a ausgenommen ist, die eine bezüglich ihrer Stärke vergrößerte Tilgermasse 951 aufnimmt, die wiederum mit dem Eingangsteil 930 durch den axial dazwischen angeordneten Energiespeicher 918 verbunden ist. Ein optionales Gleitlagersegment 952 ist radial zwischen der Tilgermasse 951 und dem Außenumfang der Tasche 930a angeordnet.

In Fig. 16 ist der Tilger 1010 ähnlich dem Tilger 910 in Fig. 15 ausgestaltet, wobei das Eingangsteil 1030, die Tilgermasse 1051 sowie der axial dazwischenliegende elastomere Energiespeicher 1018 im Bereich 1030b des Innenumfanges der in das Eingangsteil 1030 eingebuchteten Tasche 1030a konisch ausgebildet sind.

In den Ausführungsbeispielen von Tilgern 1110, 1210, 1310 der Fig. 17 bis 19 sind die Energiespeicher 1118, 1219, 1319a, 1319b und die Tilgermassen 1151, 1251, 1351 radial zueinander angeordnet. In Fig. 17 ist die Tilgermasse 1151 radial außerhalb des Energiespeichers 1118 angeordnet und der elastomere Energiespeicher 1118 mit der Tilgermasse 1151 und dem Eingangsteil 1130 an den Umfängen verbunden, beispielsweise verklebt oder vulkanisiert. Am Außenumfang der Tilgermasse kann ein Gleitsegment 1152 vorgesehen sein.

Der Tilger 1210 in Fig. 18 kommt ohne Gleitlagersegment aus, da unter Fliehkrafteinwirkung der radial außen zwischen der Tilgermasse 1251 und dem Eingangsteil 1230 angeordnete elastomere Energiespeicher 1218 eine Reibung zwischen den beiden Teilen 1251, 1230 verhindert. Im Un-

terschied zu dem unter Fliehkräfteinwirkung zugbelasteten Energiespeicher 1118 des Tilgers 1110 in Fig. 17 ist der Energiespeicher 1218 unter Fliehkräfteinwirkung druckbelastet.

In Fig. 19 ist ein Ausführungsbeispiel eines Tilgers 1310 gezeigt der radial innerhalb und radial außerhalb der Tilgermasse 1351 Energiespeicher 1318a, 1318b aufweist, die jeweils an ihren der Tilgermasse 1351 abgewandten Fläche mit dem Eingangsteil verbunden sind.

Es versteht sich, daß Tilger mit elastomeren Energiespeichern auch in der Weise herstellbar sind, daß beispielsweise die metallischen Energiespeicher 18, 218, 418 der Fig. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 durch entsprechend dimensionierte und bezüglich ihrer shore-Härte angepaßte Elastomerelemente wie beispielsweise Gummifedern ersetzt werden.

Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele der Beschreibung beschränkt. Vielmehr sind im Rahmen der Erfindung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich. Insbesondere umfaßt die Erfindung auch Varianten, die durch Kombination von einzelnen beschriebenen Merkmalen bzw. Elementen oder Wirkungsweisen gebildet werden können. Weiterhin können einzelne, in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Merkmale bzw. Funktionsweisen für sich alleine genommen eine selbständige Erfindung darstellen.

Die Anmelderin behält sich also vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung, insbesondere in Verbindung mit den Figuren sowie in den Unteransprüchen offenbarten Merkmale, zu beanspruchen. Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind somit lediglich Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes.

Patentansprüche

1. Kolbenmotor, insbesondere Brennkraftmaschine, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Kurbelwelle und einem von einer Kurbelwelle im Inneren des Gehäuses getragenen Drehschwingungstilger mit einem Eingangsteil und wenigstens einer Trägheitsmasse, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Eingangsteil und der wenigstens einen Trägheitsmasse zumindest ein metallischer Energiespeicher wirksam ist.
2. Kolbenmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, der wenigstens eine metallische Energiespeicher eine Stahlfeder, insbesondere eine Schraubenfeder ist, der entgegen seiner Wirkung eine Relativverdrrehung von Eingangsteil und Trägheitsmasse zuläßt.
3. Kolbenmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Eingangsteil und der wenigstens einen Trägheitsmasse des Schwingungstilgers eine Reibungsdämpfungsvorrichtung vorhanden ist.
4. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Kurbelwellenwange einen Drehschwingungstilger trägt.
5. Kolbenmotor nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschwingungstilger seitlich einer Kurbelwellenwange angeordnet ist.
6. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschwingungstilger ringartig ausgebildet und konzentrisch zu einem Kurbelwellenzapfen angeordnet ist.
7. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschwingungstilger axial zwischen einer Kurbelwellenwange und einer zur Lagerung der Kurbelwelle dienenden Wandung des

Motors angeordnet ist.

8. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschwingungstilger auf einem Endzapfen der Kurbelwelle aufgenommen ist.

9. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Eingangsteil des Drehschwingungstilgers drehstarr mit der Kurbelwelle verbunden ist.

10. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Eingangsteil des Drehschwingungstilgers über eine Drehmomentbegrenzungsvorrichtung, wie insbesondere eine Rutschkupplung, mit der Kurbelwelle antriebsmäßig verbunden ist.

11. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehschwingungstilger ein ringförmiges Eingangsteil besitzt, wobei auf wenigstens einer axialen Seite des Eingangsteiles eine Trägheitsmasse angeordnet ist, die über Federn mit dem Eingangsteil drehelastisch verbunden ist, wobei wenigstens eine Reibungsdämpfung vorhanden ist, welche parallel zu den Federn geschaltet ist.

12. Kolbenmotor nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägheitsmasse des Drehschwingungstilgers durch zwei axial beabstandete, drehfest miteinander verbundene, ringförmige Scheibenkörper gebildet ist, welche axial zwischen sich zumindest Bereiche des ringförmigen Eingangsteils des Drehschwingungstilgers aufnehmen, wobei in den Scheibenkörpern und im Eingangsteil Ausnehmungen vorhanden sind, die zur Aufnahme von Schraubenfedern einander entsprechend zugeordnet sind.

13. Kolbenmotor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen wenigstens einem Scheibenkörper und dem Eingangsteil ein Energiespeicher verspannt ist, der Bestandteil einer Reibungseinrichtung ist.

14. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Eingangsteil des Drehschwingungstilgers radial innerhalb der Federn einen axialen, hülsenförmigen Ansatz aufweist, welcher einen Kurbelwellenzapfen umgibt und zumindest zur radialen Lagerung der Kurbelwelle im Gehäuse dient.

15. Schwingungstilger, insbesondere zur Verwendung mit einem Kolbenmotor, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungstilger vor dem Einbau der Kurbelwelle auf dieser montiert ist.

16. Schwingungstilger, insbesondere nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß er um einen Kurbelwellenzapfen angeordnet ist.

17. Schwingungstilger nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß er einer Kurbelwellenwange unmittelbar benachbart ist.

18. Schwingungstilger, nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er an der Stelle einer Kurbelwellenwange vorgesehen ist.

19. Schwingungstilger, nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er praktisch eine Kurbelwellenwange ersetzt.

20. Schwingungstilger, nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er U- beziehungsweise hufeisenförmig ausgebildet ist.

21. Kolbenmotor, nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die

Kurbelwelle im Bereich einer Kurbelwellenwange einen ovalartigen, seitlich abgeflachten, zur Kurbelwellenachse radial verlaufenden Flanschbereich besitzt, weiterhin der Schwingungstilger U-förmig ausgebildet ist und den Flanschbereich derart umgreift, daß die durch die U-förmige Ausgestaltung gebildeten Seitenschenkel des Tilgers zumindest partiell am Flanschbereich zur Anlage kommen.

22. Kolbenmotor nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenschenkel mit dem Flanschbereich verschraubt sind.

23. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Flanschbereich bezüglich der Kurbelwellenachse vorwiegend radial ausgerichtete Vorsprünge aufweist, die von Auslegern der Seitenschenkel umschlossen werden, wobei Ausleger und Vorsprünge zumindest an einer Seite formschlüssige Anlageflächen ausbilden.

24. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlageflächen eine Kerbverzahnung aufweisen.

25. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlageflächen auf der den Seitenschenkeln entgegengesetzten Seite ausgebildet werden.

26. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Vorsprünge und Ausleger senkrecht zu den Anlageflächen miteinander verschraubt werden.

27. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Schwingungstilger und Kurbelwelle axial miteinander verbunden, insbesondere verschraubt sind.

28. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Verbindung in der Nähe der Kurbelwellenachse erfolgt.

29. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung von der Stirnseite der Kurbelwelle her mit einem radial nach außen gerichteten Flanschteil des Schwingungstilgers erfolgt.

30. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die im Schwingungstilger vorgesehenen Schraubenfedern ein Wickelverhältnis $d_m/d \leq 3$ aufweisen.

31. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraubenfedern oberflächenvergütet sind.

32. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungstilger oder Teile hiervon aus einem überarbeiteten Schmiederohteil, einer Schweißkonstruktion und/oder einem Umformbauteil bestehen.

33. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteile mit Kunststoff ummantelt sind.

34. Kolbenmotor, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Eingangsteil und/oder in der wenigstens einen Trägheitsmasse Ausbrüche zur Aufnahme der Schraubenfedern vorgesehen sind, wobei die Ausbrüche in Umfangsrichtung an das Profil der Schraubenfedern angepaßt sind.

35. Kolbenmotor, insbesondere Brennkraftmaschine, mit einer in einem Gehäuse gelagerten Kurbelwelle und einem von einer Kurbelwelle im Inneren des Gehäuses getragenen Drehschwingungstilger mit einem

Eingangsteil und wenigstens einer Trägheitsmasse, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Eingangsteil und der wenigstens einen Trägheitsmasse zumindest ein Energiespeicher aus einem Elastomer wirksam ist.

36. Schwingungstilger, dadurch gekennzeichnet, daß er wenigstens eines in den Anmeldeunterlagen offenbartes, bauliches Merkmale und/oder Funktionsmerkmal und/oder Anordnungsmerkmal aufweist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

Fig.3

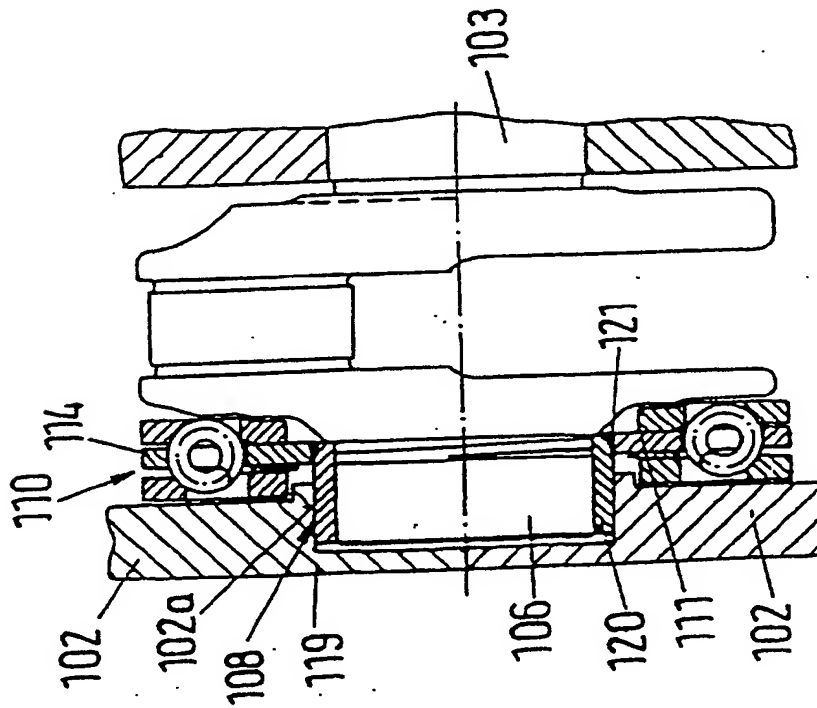


Fig.5a

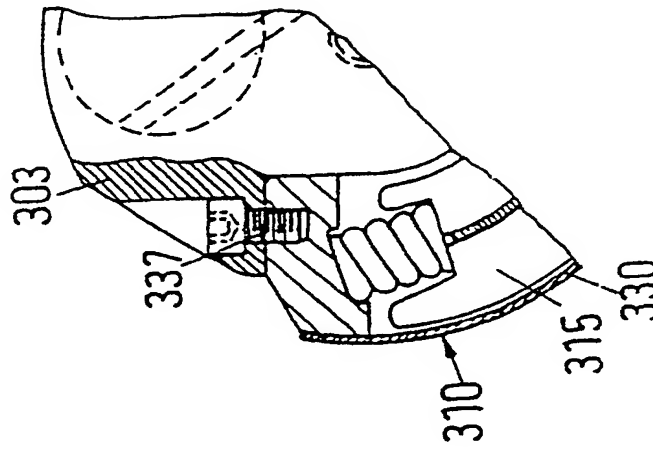


Fig.4

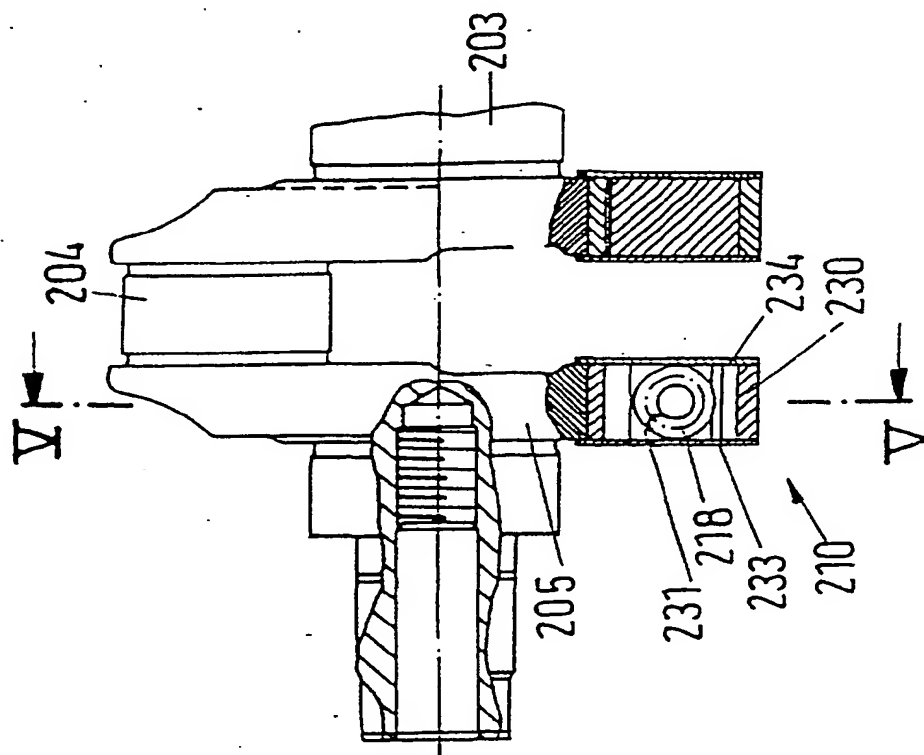


Fig.5

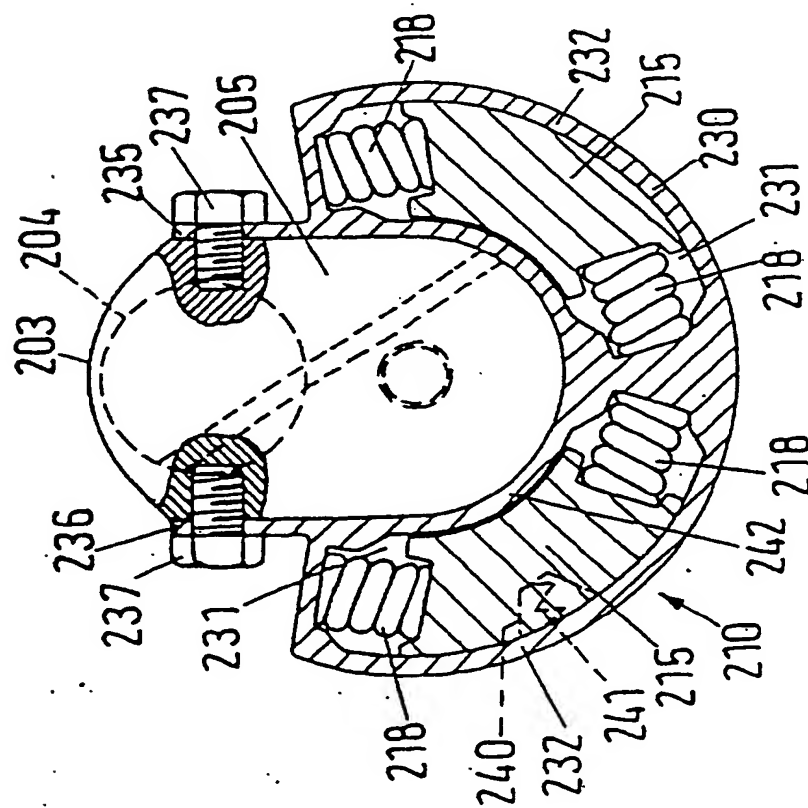


Fig.7

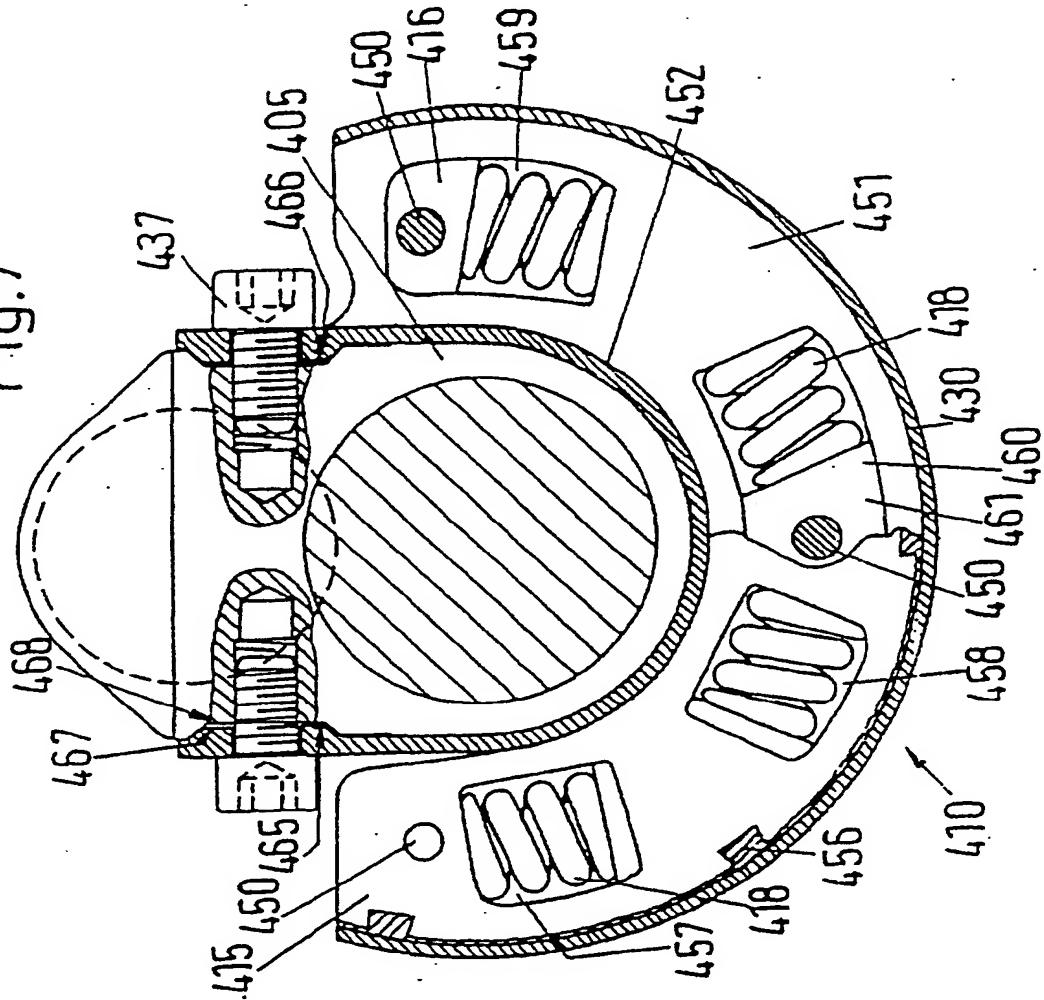
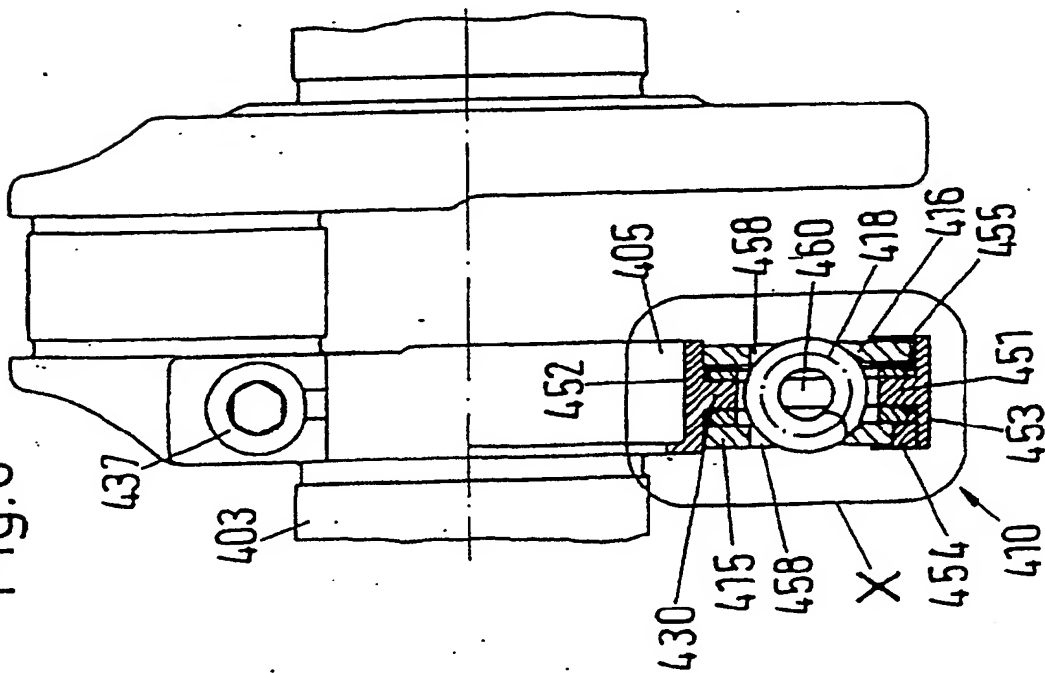


Fig.6



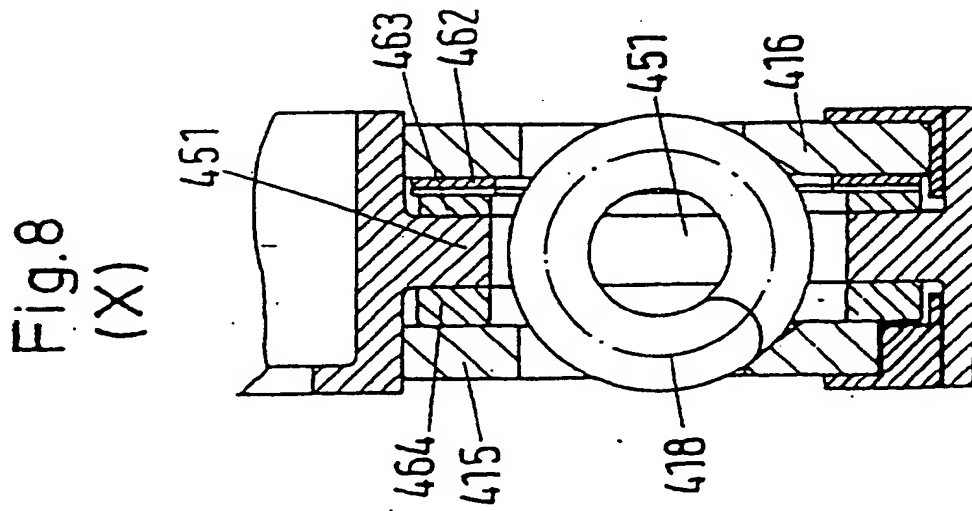
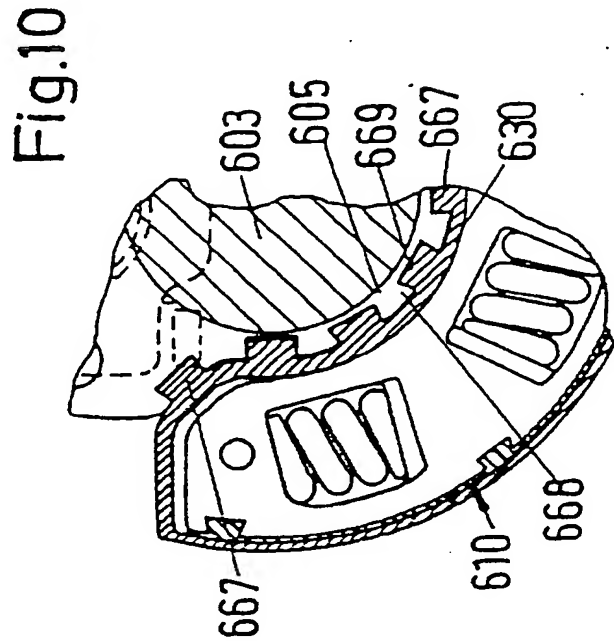
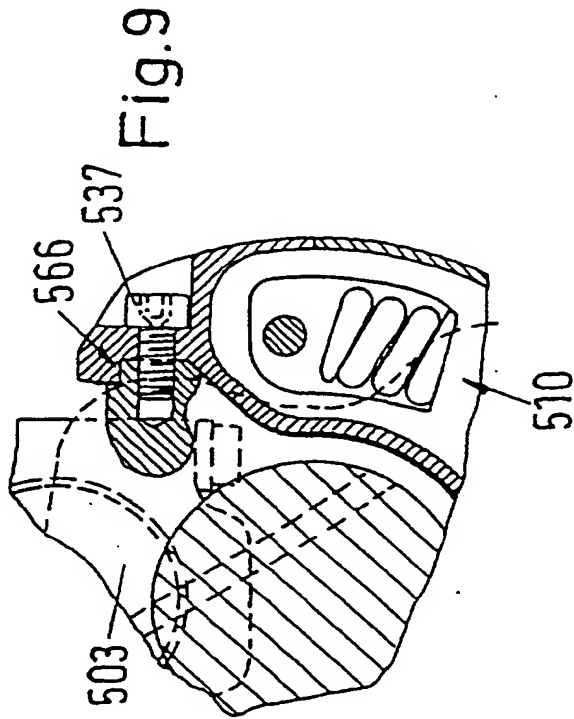


Fig.11

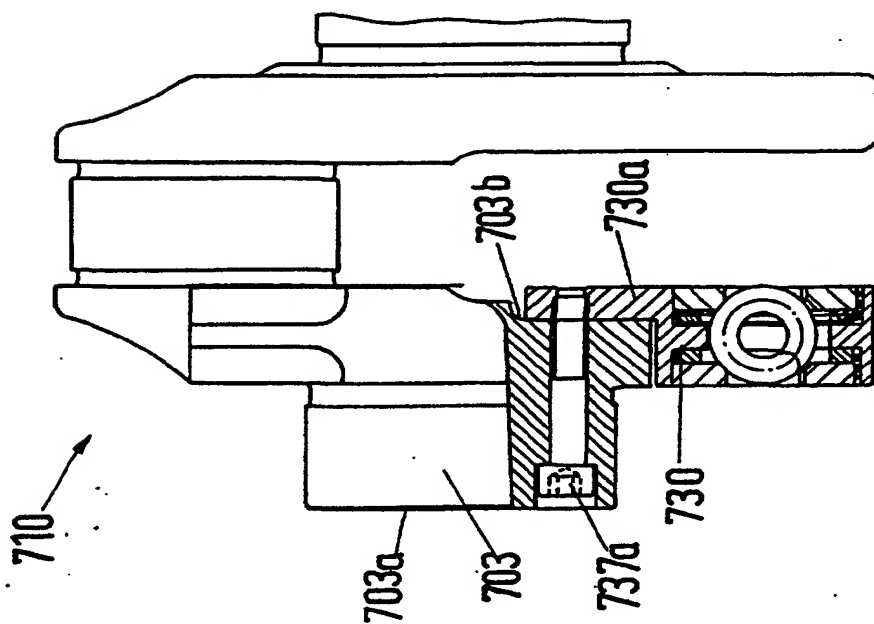


Fig.12

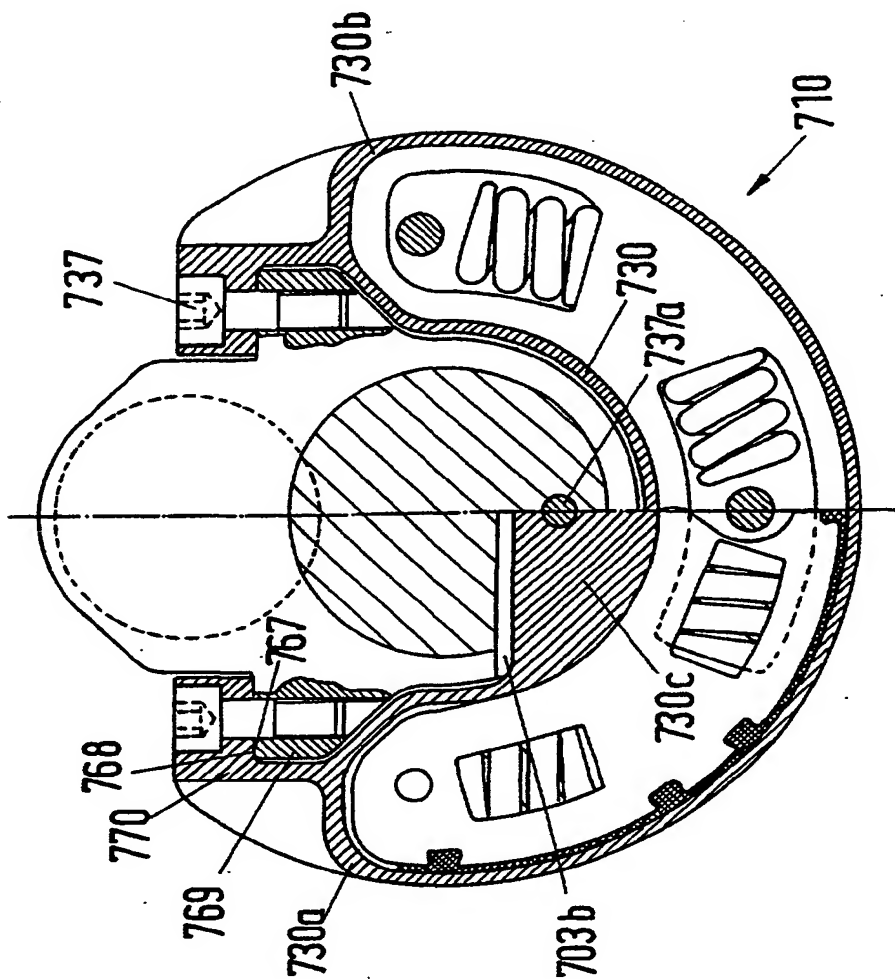


Fig. 14

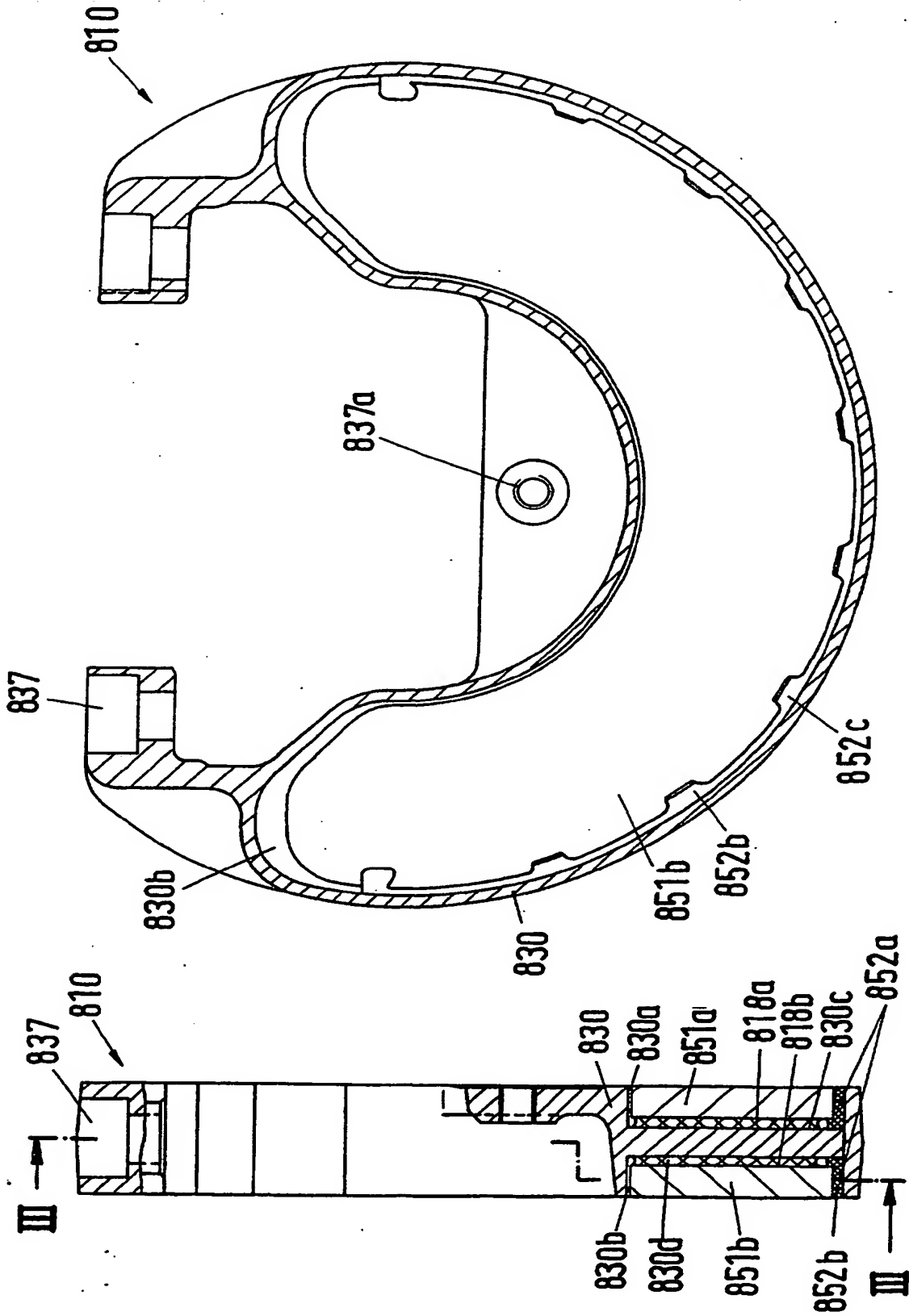


Fig. 13

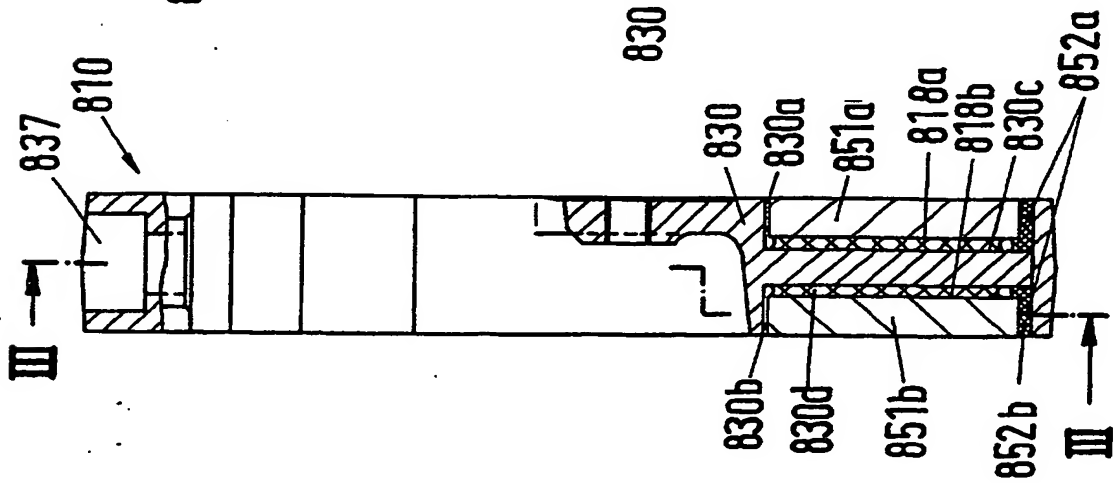


Fig. 15

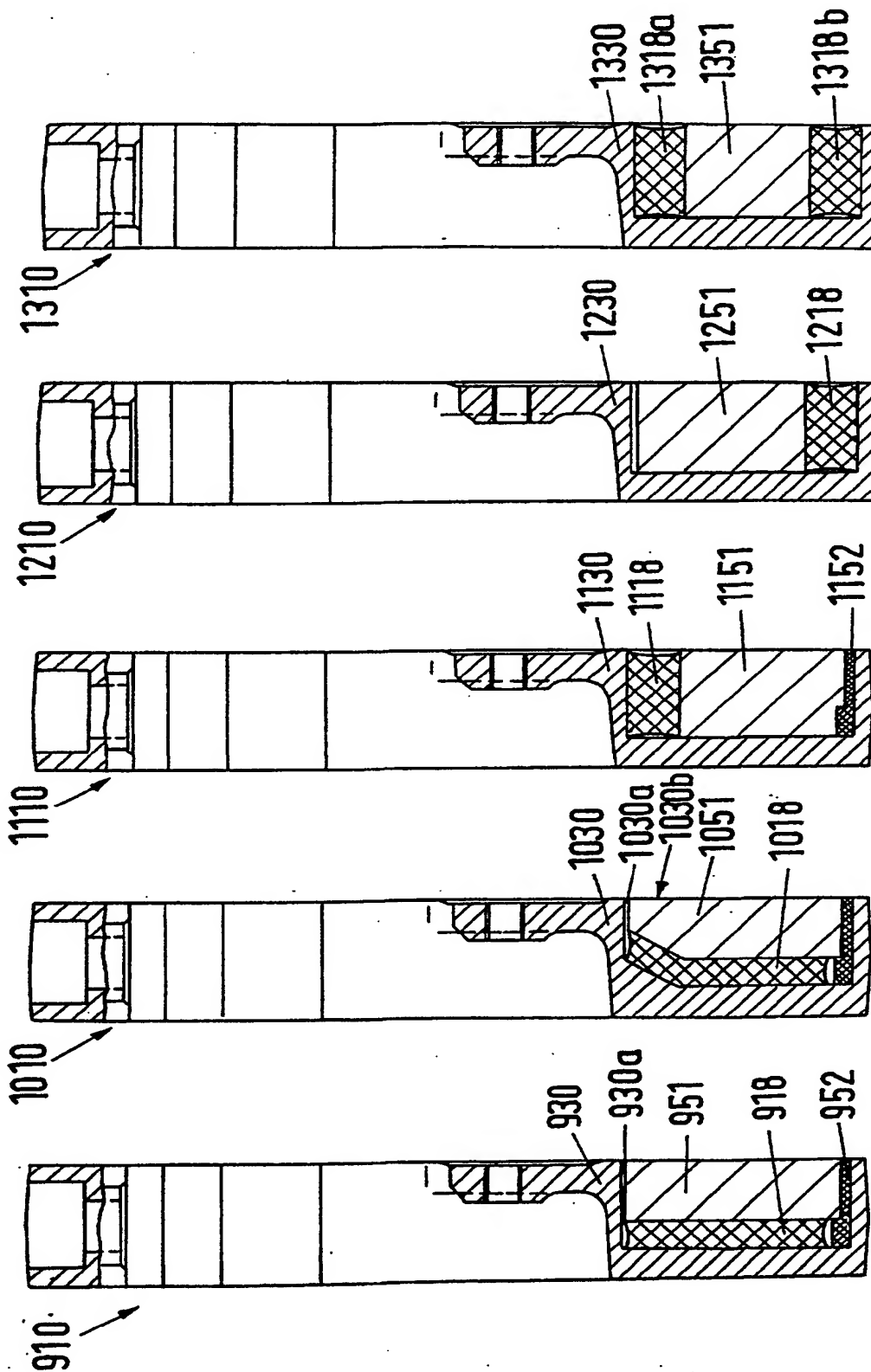


Fig. 16

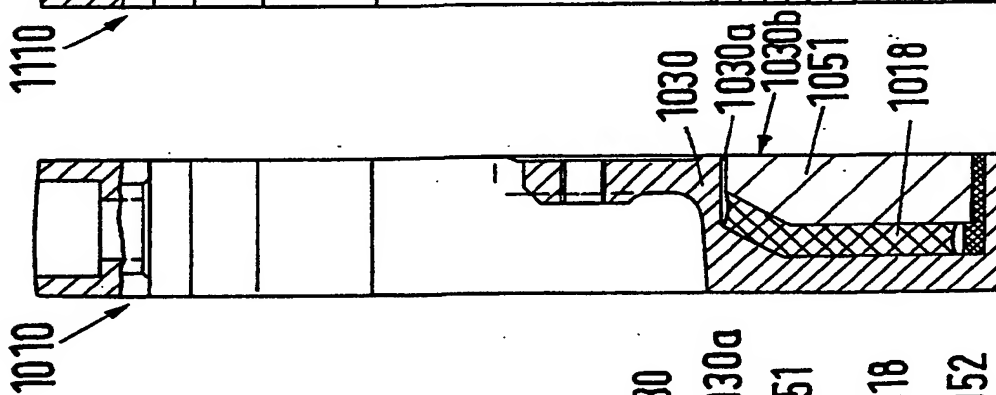


Fig. 17

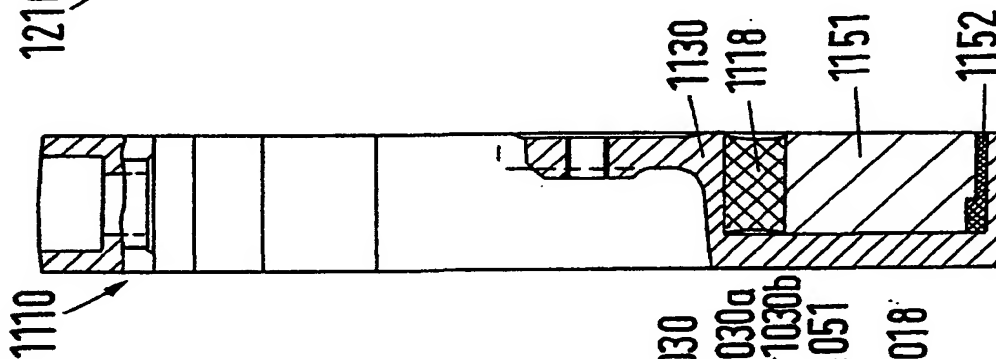


Fig. 18

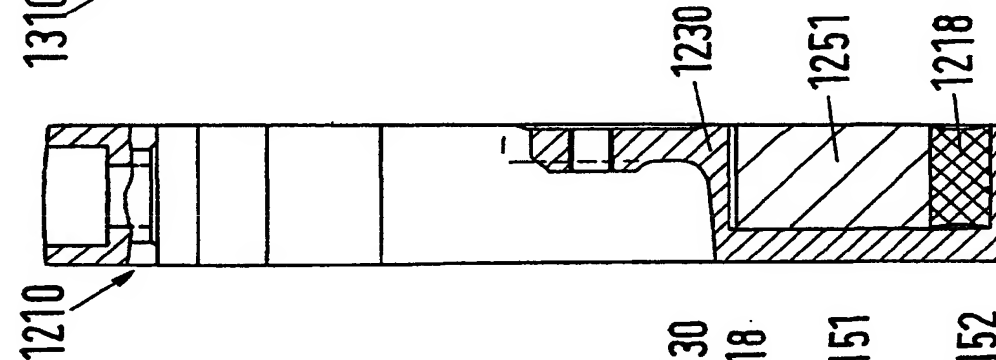
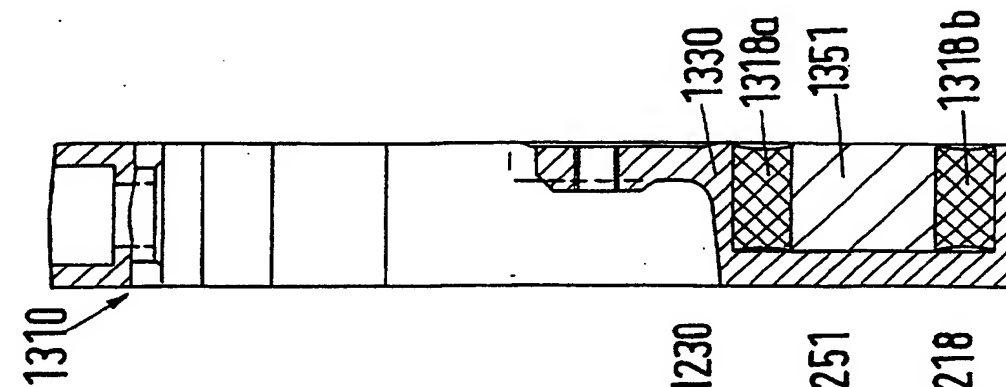


Fig. 19



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)